

Control system for drive train of motor vehicle regulates engine ignition during down shifts in engine braking mode to set appropriate characteristic for vehicle deceleration

Patent number: DE19955987

Publication date: 2001-07-12

Inventor: SCHIELE PETER (DE); STEINHAUSER KLAUS (DE)

Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)

Classification:

- **international:** F16H59/18; F16H59/38; F16H59/46; F16H61/04;
F16H59/18; F16H59/38; F16H59/46; F16H61/04; (IPC1-7): F16H63/50; F16H61/21

- **europen:** B60K41/06E

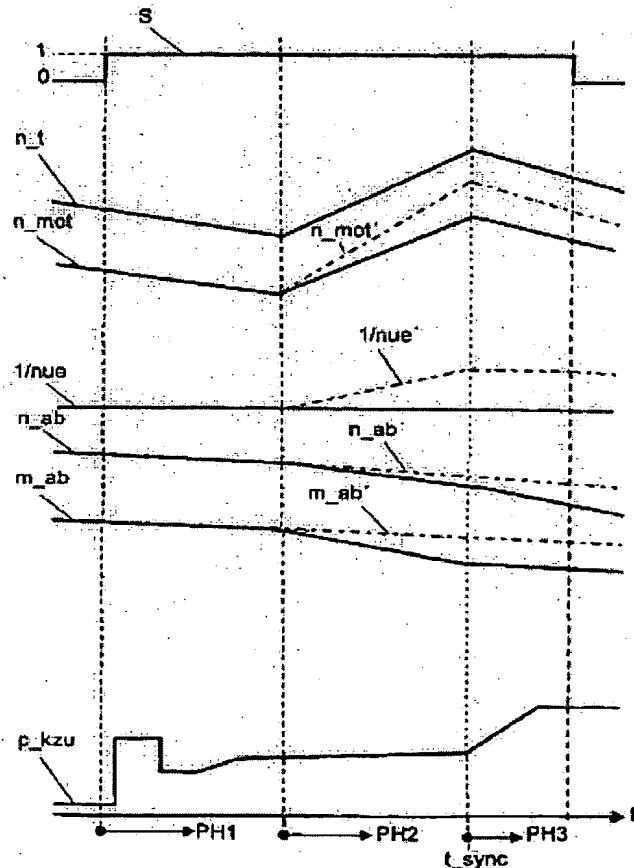
Application number: DE19991055987 19991120

Priority number(s): DE19991055987 19991120

Report a data error here

Abstract of DE19955987

The system regulates the engine ignition during down shifts in engine braking mode to set an appropriate characteristic for vehicle deceleration. The ignition regulation involves setting a demanded engine torque or revolution rate (n_{mot}) depending on a predetermined ratio ($1/n_{ue}$) of the demanded engine revolution rate and the turbine revolution rate (n_t) of a converter.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 199 55 987 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
F 16 H 63/50
F 16 H 61/21

DE 199 55 987 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 55 987.2
⑯ Anmeldetag: 20. 11. 1999
⑯ Offenlegungstag: 12. 7. 2001

⑯ Anmelder:

ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

⑯ Erfinder:

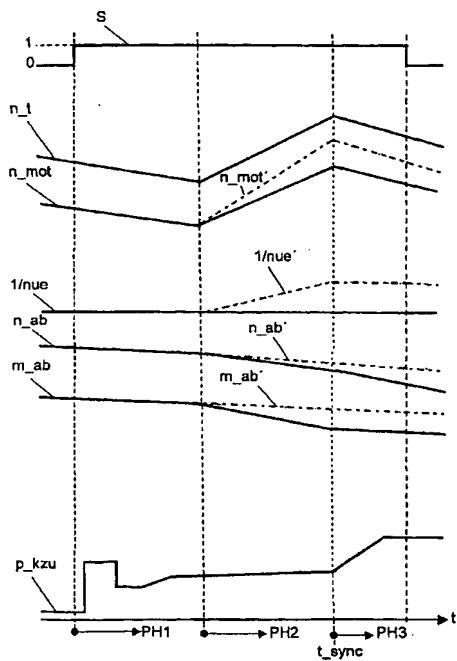
Schiele, Peter, 88079 Kressbronn, DE; Steinhauser, Klaus, 88079 Kressbronn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑯ Steuersystem für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs

⑯ Es wird ein Steuersystem für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs mit einer elektronischen Getriebe steuerung für ein Automatgetriebe und einer damit verbundenen elektronischen Motorsteuer für einen Antriebsmotor vorgeschlagen. Dabei wird der Motor bei Rückschaltungen im Schubbetrieb zur Einstellung eines applizierbaren Verlaufs der Fahrzeugverzögerung geregelt befeuert.



DE 199 55 987 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuersystem für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges nach der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Der Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges dient dazu, den Zug- und Schubkräftebedarf für die Fortbewegung entsprechend dem Gleichgewicht zwischen Antrieb und Fahrwiderständen zu erfüllen. Hierzu wird er üblicherweise durch ein elektronisches Steuersystem unterstützt, welches neben weiteren Steuereinheiten eine elektronische Getriebesteuerung beispielsweise für ein Automatgetriebe und eine damit über geeignete Schnittstellen verbundene elektronische Motorsteuerung für einen Antriebsmotor aufweist.

Die elektronische Getriebesteuerung von Automatgetrieben führt vorrangig die Wahl des günstigsten Gangs und die Steuerung des Schaltablaufs durch, wobei diese Wahl von verschiedenen Größen abhängt. Eine wichtige Größe hierfür ist das Motordrehmoment, das bei aus der Praxis bekannten Steuersystemen direkt an die elektronische Getriebesteuerung für die Gangwahl weitergegeben und verwendet werden kann. Das Motordrehmoment kann alternativ hierzu jedoch auch aus anderen Meßgrößen, wie z. B. der Drosselklappenstellung oder der Luftmasse, gesondert ermittelt werden. Zusätzlich werden der Fahrzustand, die Gangwechselart und die Fahrgeschwindigkeit berücksichtigt, wenn die Druckansteuerung der Kupplungen des Getriebes und ihre Anpassung an das zu übertragene Moment vorgenommen wird. Auf diese Weise schaltet das System in Abhängigkeit der Getriebeabtriebsdrehzahl und der Motorlast gegebenenfalls unter selbstlernender Anpassung an den Fahrstil des Fahrers und die vorliegende Verkehrssituation mit hohem Schaltkomfort den geeigneten Gang.

Wenn eine Rückschaltung vorgenommen wird, d. h. der Übergang von einer kleineren zu einer größeren Übersetzung, unterscheidet man je nach Schaltungsart in Zugrückschaltungen und Schub- bzw. Bremsrückschaltungen. Als Zugrückschaltungen werden dabei alle Rückschaltungen mit dem Leistungsfluß vom Antriebsmotor zum Fahrzeug bezeichnet, während Brems- oder Schubrückschaltungen alle Übergänge sind, bei denen der Antrieb aus der potentiellen oder kinetischen Energie des Fahrzeugs erfolgt.

Die Steuerung des Überganges von einer kleineren zu einer größeren Übersetzung im Schubbetrieb erweist sich bei den bekannten Antriebsstrangsystemen jedoch häufig als unkomfortabel, da je nach Größe des Gangsprungs bzw. der Übersetzungänderung und des Schaltpunkts eine erhebliche Erhöhung der Fahrzeugverzögerung während der Übersetzungänderung auftritt. Die Verzögerung des Fahrzeugs ist dabei umso stärker, je früher die Rückschaltung einsetzt. Verursacht wird diese Verzögerung durch den zusätzlichen Bedarf an kinetischer Energie zum Beschleunigen der rotatorischen Massen von Motor und Getriebe während der Übersetzungänderung.

Eine sich stark ändernde Fahrzeugverzögerung während der Übersetzung wird von Fahrzeuginsassen jedoch als unangenehm empfunden, was zur Folge hat, daß Schubrückschaltungen in der Praxis nur bei niedrigen Drehzahlen zugelassen werden.

Das Hochbeschleunigen des Motors durch Momentenübertragung der zuschaltenden Kupplung kann insbesondere wenn kurze Schaltzeiten gewünscht sind, welche mit einem steileren Drehzahlgradienten der Motordrehzahl verbunden sind, dazu führen, daß die Synchrongleichdrehzahl des neuen Ganges überschritten wird. Dies hat jedoch nachteilhafterweise einen Flankenwechsel in den Zahnrädaufstellungen von der Schub-auf die Zugflanke zur Folge, wobei dies als Längbeschleunigungsänderung wie auch als Geräusch

für die Fahrzeuginsassen wahrnehmbar ist, was ebenfalls zu einer Minderung des Komforts beiträgt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Steuersystem für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges mit einer elektronischen Getriebesteuerung für ein Automatgetriebe zu schaffen, bei dem der Schaltkomfort bei Rückschaltungen im Schubbetrieb unter Vermeidung der oben beschriebenen Nachteile verbessert wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Steuersystem für einen Antriebsstrang gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Mit einem Steuersystem gemäß der Erfindung, bei dem der Motor während des Übergangs von einer kleineren zu einer größeren Übersetzung im Schubbetrieb geregelt befeuert wird, kann die benötigte Beschleunigungsenergie für die zu beschleunigenden rotatorischen Massen des Motors und Getriebes auf eine Drehzahl, welche wenigstens annähernd der Synchroturbinendrehzahl des neuen Gangs entspricht, in vorteilhafter Weise durch den Motor selbst aufgebracht werden. Durch den erfindungsgemäßen positiven Motoreingriff während der Rückschaltung im Schubbetrieb kann dabei vorteilhafterweise ein applizierbarer Verlauf der Fahrzeugverzögerung eingestellt werden, wobei die Fahrzeugverzögerung zur Realisierung eines sehr komfortablen Schaltverhaltens annähernd konstant gehalten werden kann. Andererseits ist es mit der erfindungsgemäßen Befeuerung während der Schubrückschaltung auch möglich, eine applikative Verzögerungserhöhung so zu realisieren, daß der Fahrer bei ansonsten hohem Schaltkomfort die Verzögerungsänderung als Rückmeldung des Fahrzeugs, daß eine Schaltung eingesetzt hat, wahrnimmt.

Durch das geregelte Schubbefeuer des Motors während der Rückschaltung ergibt sich ferner der Vorteil, daß die Schubrückschaltpunkte in einem größeren Drehzahlbereich angesiedelt sein können, da der Komfort mit dem erfindungsgemäßen Steuersystem auch bei Schubrückschaltungen, die bei höheren Drehzahlen ausgelöst werden (manuell ausgelöste Schaltungen in der Tipp-Gasse), keine Einschränkung mehr erfährt. Zudem bedeutet eine Schubrückschaltung bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten mit dem erfindungsgemäßen Steuersystem auch keinerlei Einschränkung der Fahrsicherheit, da durch eine gleichmäßige Verzögerung des Fahrzeugs auch in Sonderprogrammen, wie z. B. einem Winterfahrprogramm, ein Ausbrechen des Fahrzeugs infolge einer zu starken Verzögerung der Fahrzeuggeschwindigkeit ausgeschlossen werden kann.

Des Weiteren kann mit dem erfindungsgemäßen Steuersystem für den Antriebsstrang ein Flankenwechsel während der Rückschaltung im Schubbetrieb sicher unterbunden werden, da durch geeignete Befeuerung des Motors sichergestellt werden kann, daß die Motordrehzahl kleiner als eine Turbinendrehzahl eines Wandlers ist und sich der Antriebsstrang somit eindeutig im Schubbetrieb befindet. Dadurch werden sehr kurze Schaltzeiten bei einer Rückschaltung im Schubbetrieb ermöglicht, ohne daß der Schaltkomfort durch die bei einem Flankenwechsel auftretenden Beeinträchtigungen gemindert wird.

In einer sehr vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß zur Befeuerung des Motors während der Rückschaltung im Schubbetrieb ein Soll-Motormoment oder eine Soll-Motordrehzahl in Abhängigkeit eines vorgebbaren Verhältnisses der Motor-Solldrehzahl zur Turbinendrehzahl eines Wandlers eingestellt wird. Unter dem Motormoment wird dabei das innere Motormoment, das sich durch den Gasdruck im Verdichtungs- und Expansionszyklus ergibt, abzüglich der Reibung und der Verluste des Ladungswechsels und des zum Betrieb der Nebenaggregate erforderlichen Drehmoments verstanden. Das innere Moment

des Motors kann hierbei aus der Vorgabe des tatsächlich vom Motor abzugebenden Motordrehmomentes mittels der elektronischen Motorsteuerung eingestellt werden.

Die Regelung der Befeuerung des Motors während der Rückschaltung im Schubbetrieb in Abhängigkeit eines vorgegebenen Verhältnisses der Motor-Solldrehzahl zur Turbinendrehzahl des Wandlers erweist sich in vorteilhafter Weise als einfach und zuverlässig.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungen der Erfahrung sind den weiteren Patentansprüchen und den nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispielen entnehmbar.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt stark schematisierte Druck- und Drehzahlverläufe bei einer erfundungsgemäßen geregelten Befeuerung des Motors während einer Rückschaltung im Schubbetrieb.

In der Figur ist mit einer Linie "S" die zeitliche Dauer der Rückschaltung von ihrem Beginn, bei dem die Linie "S" von einem Wert "0" auf einen Wert "1" springt, über eine Zeit t bis zum Ende der Schaltung, bei dem die Linie "S" wieder auf den Wert "0" zurückspringt, dargestellt. Bei der gezeigten Rückschaltung handelt es sich um eine Schaltung von einem dritten Gang in einen zweiten Gang bei einem Stufenautomatgetriebe eines Kraftwagens.

Mit einer Linie "p_kzu" ist der Verlauf des Druckes in einer zuschaltenden Kupplung während der Schaltung wiedergegeben, wobei der Druck p_kzu in einer ersten Phase PH1 der Schaltung zunächst für eine Schnellbefüllung sprunghaft angehoben wird, um nach einem anschließenden sprunghaften Absinken zur Überwindung der Elastizitäten der Kupplung wieder angehoben zu werden und anschließend über eine längere Strecke in einer zweiten Phase PH2 der Schaltung zum Schließen der Kupplung rampenartig anzusteigen. Ab Erreichen eines Synchronpunktes zu einer Zeit t_{sync} wird der Druck in der zuschaltenden Kupplung p_kzu über eine steilere Endrampe in einer dritten Phase PH3 der Schaltung auf einen Druckwert, welcher außerhalb der Schaltung in der Kupplung vorliegt, angehoben.

Wie mit einer Linie "n_t" für die Turbinendrehzahl eines als Anfahrelement bei dem Automatgetriebe dienenden Wandlers und einer Linie "n_mot" für die Motordrehzahl dargestellt, sinken diese in der ersten Phase PH1 der Schaltung ab, wobei das Fahrzeug eine Verzögerung erfährt, wie es auch einer sinkenden Linie "n_ab" für die Abtriebsdrehzahl und einer ebenfalls sinkenden Linie "m_ab" für das Abtriebsmoment zu entnehmen ist.

Mit einer weiteren Linie "1/nue" ist das vorgegebene Soll-Drehzahlverhältnis zwischen der Motor-Solldrehzahl n_{mot} zur Turbinendrehzahl n_t des Wandlers dargestellt, welches einen reziproken Wert zu dem üblicherweise als Drehzahlkennwert "nue" bezeichneten Quotienten zwischen der Turbinendrehzahl n_t und der Motordrehzahl n_{mot} darstellt. Das Drehzahlverhältnis $1/nue$ ist vorgegeben und folgt während der Schaltung in Abhängigkeit seines Startwertes einer applizierten Sollwertvorgabe.

Wie der Figur zu entnehmen ist, ist in einer ersten mit den durchgezogenen Linien "n_mot", "1/nue", "n_ab" und "m_ab" dargestellten Ausführung das Verhältnis $1/nue$ der Motor-Solldrehzahl n_{mot} zur Turbinendrehzahl n_t des Wandlers als ein konstanter Wert vorgegeben, wie auch dem gleichbleibenden Abstand der Linien "n_t" und "n_mot" zu entnehmen ist. Die Soll-Motordrehzahl n_{mot} wird zu Beginn der Rückschaltung aus einem Schubkennfeld des Wandlers in Abhängigkeit des vorgegebenen Verhältnisses $1/nue$ der Motor-Solldrehzahl n_{mot} zur Turbinendrehzahl n_t des Wandlers ermittelt. Da die Turbinendrehzahl n_t bei dem hier betreffenden Stufenautomatgetriebe nicht veränderbar ist, wird zur Einhaltung eines gleichbleibenden Dreh-

zahlverhältnisses die Motordrehzahl n_{mot} in Abhängigkeit des Drehzahlverhältnisses $1/nue$ gemäß dem hierfür vorgegebenen konstanten Wert verändert. Dabei wird der Motor in der zweiten Phase PH2 der Schaltung nunmehr so befeuert,

dass seine Beschleunigungsgenergie ausreicht, um die zu beschleunigenden rotatorischen Massen auf die Synchrondrehzahl des neuen Ganges zum Synchronpunkt t_{sync} zu beschleunigen. Die Ansteuerung hierzu wird derart vorgenommen, dass die elektronische Getriebesteuerung an die

elektronische Motorsteuerung die erforderliche Motordrehzahl n_{mot} ausgibt, welche von der elektronischen Motorsteuerung auf an sich bekannte Weise aufbereitet wird, um entsprechende Befehle an die Stellglieder des Antriebsmotors weiterzugeben.

Infolge der Einstellung eines konstanten Drehzahlverhältnisses $1/nue$ der Motor-Solldrehzahl n_{mot} zur Turbinendrehzahl n_t des Wandlers ergibt sich eine verstärkte Fahrzeugverzögerung entsprechend dem Schubkennfeld des Wandlers, wie den Kurven zum Verlauf der Abtriebsdrehzahl n_{ab} und des Abtriebsmoments m_{ab} in der zweiten Phase PH2 der Schaltung zu entnehmen ist. Dabei ist je nach Vorgabe des Wertes für das Drehzahlverhältnis $1/nue$ eine beliebige applikative Verzögerungserhöhung während der Rückschaltung im Schubbetrieb möglich.

In einer zweiten in der Figur mit strichpunktiierten Linien "n_mot", "1/nue", "n_ab", "m_ab" gezeigten Ausführung wird das Drehzahlverhältnis $1/nue$ von Motor-Solldrehzahl n_{mot} zur Turbinendrehzahl n_t des Wandlers in der zweiten Phase PH2 der Rückschaltung variiert, wobei der Wert des Drehzahlverhältnisses $1/nue$ in Abhängigkeit des im Modell abgebildeten Schubkennfeldes des Wandlers errechnet wird. Als Ausgangspunkt für die Regelung zu Beginn der Schaltungsphase PH2 dient der m_{ab} -Wert, welcher aus dem Schubkennfeld des Wandlers ermittelt wird, um so einen stoßfreien Übergang von der PH1 in die PH2 sicherzustellen. Alternativ kann anstatt der Betrachtung des m_{ab} -Werts entsprechend dem Schubkennfeld des Wandlers bei Schaltbeginn auch ein applizierbarer Vorgabewert oder ein rechnerisch ermittelter Vorgabewert (für $m_{ab} = \text{const.}$ oder

Gradient $m_{ab} = \text{const.}$) oder auch der $1/nue$ -Wert als Ausgangspunkt für die Regelung benutzt werden.

Mit einer geeigneten Erhöhung des Drehzahlverhältnisses $1/nue$ in der zweiten Phase PH2 der Rückschaltung, was wiederum durch eine entsprechende Änderung der Soll-Motordrehzahl n_{mot} erreicht wird, deren deutlich stärkerer Anstieg in der Figur mit der Linie "n_mot" gezeigt ist, kann die Fahrzeugverzögerung annähernd konstant gehalten werden. Dies ist auch den strichlierten Linien "n_ab" und "m_ab" für die Abtriebsdrehzahl bzw. das Abtriebsmoment zu entnehmen. Auf diese Weise lässt sich eine abtriebsmomenten neutrale Rückschaltung im Schubbetrieb realisieren oder einen frei applizierbaren Verzögerungsverlauf vorgeben.

Bei beiden gezeigten Ausführungen wird als Komfortkriterium weiterhin vorgegeben, dass die Motordrehzahl n_{mot} stets kleiner als die Turbinendrehzahl n_t ist, da sich damit der Antriebsstrang sicher im Schubbetrieb befindet und auch bei sehr kurzen Schaltzeiten gewährleistet ist, dass kein Flankenwechsel in den Zahnräderpaarungen von der Schub- auf die Zugflanke mit entsprechend unangenehmen Begleitgeräuschen auftritt.

Selbstverständlich kann dies applikativ auch dahingehend verändert sein, dass die Motordrehzahl n_{mot} z. B. in einem Sportprogramm auch kurzzeitig am Synchronpunkt die Turbinendrehzahl n_t übersteigen kann, um so nochkürzere Schaltzeiten zu realisieren.

Während das erfundungsgemäße Steuersystem bei den beschriebenen Ausführungen über eine Vorgabe der Soll-Mo-

tordrehzahl n_{mot} von der elektronischen Getriebesteuerung an die elektronische Motorsteuerung realisiert ist, kann hiervon abweichend selbstverständlich auch vorgesehen sein, daß der elektronischen Motorsteuerung ein Soll-Motormoment m_{mot} vorgegeben wird, wobei hier lediglich ein zusätzlicher Rechenschritt erforderlich ist, um die Soll-Motordrehzahl n_{mot} einzustellen. Beide Vorgabearten können aus dem Wandlertkennfeld berechnet und entsprechend aufbereitet an die elektronische Motorsteuerung gesendet werden.

10

Bezugszeichen

$m_{ab}, m_{ab'}$ Abtriebsmoment	15
m_{mot} Motormoment	
$n_{ab}, n_{ab'}$ Abtriebsdrehzahl	
$n_{mot}, n_{mot'}$ Soll-Motordrehzahl	
n_t, n_t' Turbinendrehzahl	
nue Drehzahlverhältnis der Turbinendrehzahl zur Motordrehzahl	20
$1/nue, 1/nue'$ geregeltes Soll-Drehzahlverhältnis während Rückschaltung im Schubbetrieb	
PH1 erste Phase der Rückschaltung	
PH2 zweite Phase der Rückschaltung	
PH3 dritte Phase der Rückschaltung	25
p_{kzu} Druck in der zuschaltenden Kupplung	
S Kennlinie für Schaltung aktiv/inaktiv	
t Zeit	
t_{sync} Synchronzeitpunkt	30

Patentansprüche

1. Steuersystem für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs mit einer elektronischen Getriebesteuerung für ein Automatgetriebe und einer damit verbundenen elektronischen Motorsteuerung für einen Antriebsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor bei Rückschaltungen im Schubbetrieb zur Einstellung eines applizierbaren Verlaufs der Fahrzeugverzögerung geregelt befeuert wird.
2. Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Befeuierung des Motors während der Rückschaltung im Schubbetrieb ein Soll-Motormoment (m_{mot}) oder eine Soll-Motordrehzahl (n_{mot}) in Abhängigkeit eines vorgebbaren Verhältnisses ($1/nue$) der Motor-Solldrehzahl (n_{mot}) zur Turbinendrehzahl (n_t) eines Wandlers eingestellt wird.
3. Steuersystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Beginn der Rückschaltung im Schubbetrieb das Soll-Motormoment (m_{mot}) oder die Soll-Motordrehzahl (n_{mot}) aus einem Schubkennfeld des Wandlers in Abhängigkeit des vorgebbaren Verhältnisses ($1/nue$) der Motor-Solldrehzahl (n_{mot}) zur Turbinendrehzahl (n_t) des Wandlers ermittelt wird.
4. Steuersystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis ($1/nue$) der Motor-Solldrehzahl (n_{mot}) zur Turbinendrehzahl (n_t) des Wandlers während der Rückschaltung im Schubbetrieb in Abhängigkeit seines Startwertes einer applizierten Sollwertvorgabe folgt.
5. Steuersystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das einzustellende Soll-Motormoment (m_{mot}) oder die einzustellende Soll-Motordrehzahl (n_{mot}) von der elektronischen Getriebesteuerung an die elektronische Motorsteuerung ausgetragen wird.
6. Steuersystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung einer Erhö-

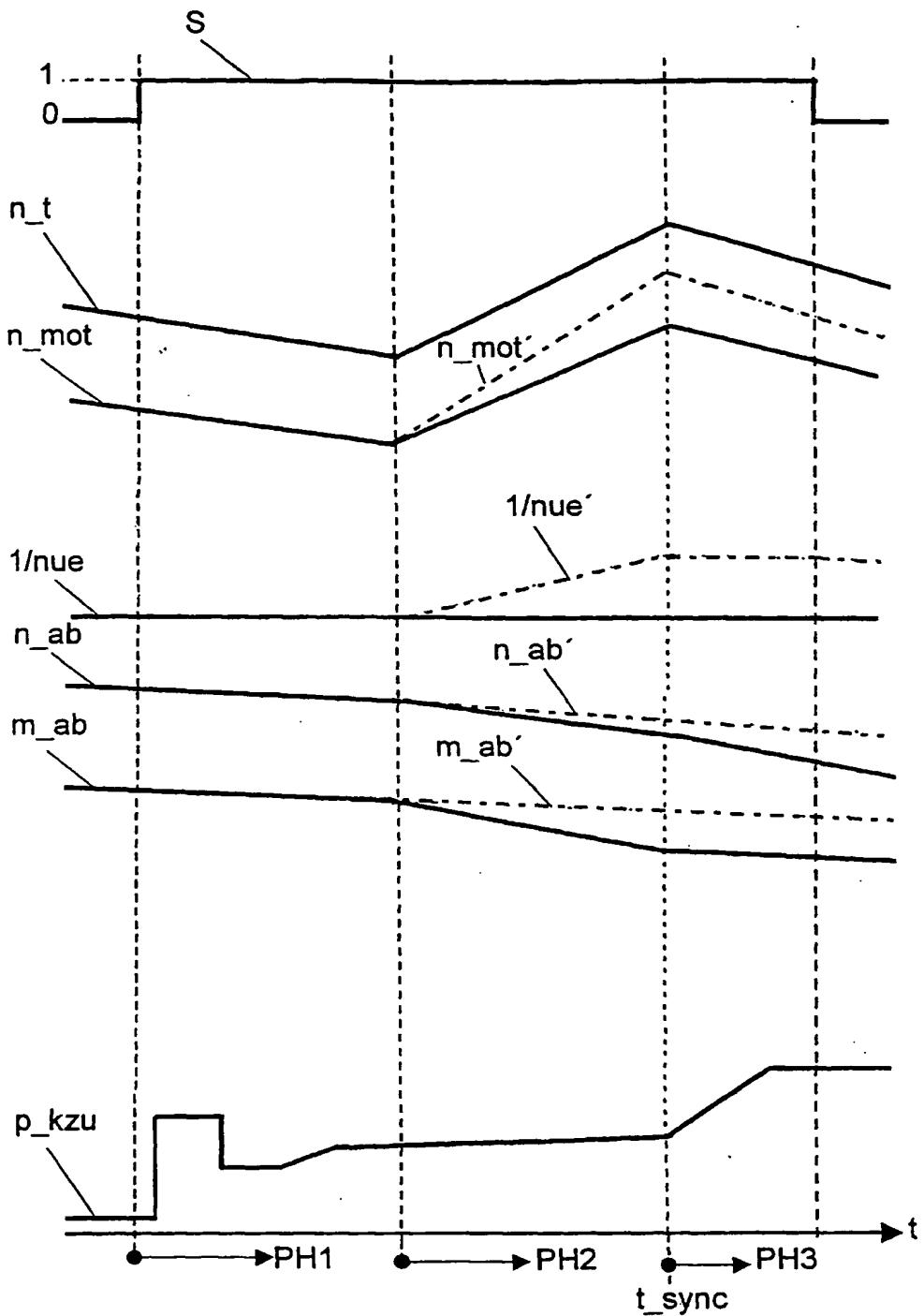
hung der Fahrzeugverzögerung während der Rückschaltung im Schubbetrieb für das Verhältnis ($1/nue$) der Motor-Solldrehzahl (n_{mot}) zur Turbinendrehzahl (n_t) des Wandlers ein konstanter Wert ausgegeben wird.

7. Steuersystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung eines konstanten Abtriebsmomentes (m_{ab}) oder eines konstanten Abtriebsmomentengradienten während der Rückschaltung im Schubbetrieb für das Verhältnis ($1/nue$) der Motor-Solldrehzahl (n_{mot}) zur Turbinendrehzahl (n_t) des Wandlers ein Wert, welcher in Abhängigkeit des im Modell abgebildeten Schubkennfeldes des Wandlers errechnet wird, ausgegeben wird.

8. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Realisierung eines Komfortbetriebs die Soll-Motordrehzahl (n_{mot}) derart vorgegeben wird, daß ihr Wert kleiner als der der Turbinendrehzahl (n_t) ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



THIS PAGE BLANK (USPTO)